

XIX Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”, 13-14 травня 2020 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

- [3] Е. М. Артемина, С. Р. Утц, С. А. Ювченко, Д. А. Зимняков, М. В. Алонова, “Сравнительная оценка просветляющих агентов с целью повышения качества дальней длинноволновой ультрафиолетовой терапии хронических дерматозов», *Саратовский научно-медицинский журнал*, Vol. 12 (3), с. 453–458, 2016.
- [4] М. О. Bezuglyi, N. V. Bezugla, and A. I. Nahorni, “Control of Clearing of Human Skin by Ellipsoidal Reflector Method”, *Науковий журнал “Мікросхеми та фізична електроніка*, Том 24, №2, с. 6-13, 2019. DOI: 10.20535/2523-4455.2019.24.2.172771
- [5] М. А. Безуглый, Н. В. Безуглая, А. Б. Самиляк, “Обработка изображений при эллипсоидальной фотометрии”, *Приборы и методы измерений*, Т. 7, № 1, с. 67–76, 2016.

UDC 621: 514.83

SPATIAL-TIME PHANTOM MODEL OF VIRUS INFECTION SPREADING

¹⁾Volodymyr Skytsiouk, ¹⁾Tatiana Klotchko, ²⁾Nina Artyukhina

¹⁾National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”,
Kyiv, Ukraine

²⁾Belarussian National Technical University, Minsk, Republic Belarus

E-mail: t.klochko@kpi.ua; art49@mail.ru

Modern medicine is faced with problem of diagnosis of infectious diseases, as well as determining location of the source and nature of the formation of viruses, their structure and nature of interaction with living organisms. These problems to avoiding pandemics are paramount.

It is known that the main method of infection is penetration of virus into a living cell and formation of the object of biological structure's pathological distortion, since viruses are able to live and reproduce only in cells of other organisms. In external environment, they do not show any signs of life. The process of finding the spatial coordinates of a pathological object's presence zone in mass of a living organism by authors earlier has been discussed [1].

There are currently some mathematical models [2, 3, 4] for the spread of virus infections, but they mostly take into account the parameter of path from the source of infection to the affected object. But spatial parameters of the virus spreading trajectory are important because it makes it possible to change the spatial coordinates of the object's location to avoid infection.

Thus, we need to consider the processes involved in the mechanics of virus movement (or set of viruses) in space and time from source of infection to the object of damage, which is a living cell of body. So, we are considering a single virus as pathological carrier, which forms the beginning of a pandemic.

Since the geometry of a single virus is mostly spherical, it is possible to imagine its Pandan zone [5] as a vector field of type

$$\mathbf{V} = F(\rho)\mathbf{r}, \quad \rho = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad \mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k},$$

\mathbf{r} – distance to the center of source spread, that is maternal body, and x, y, z – Cartesian coordinates of the virus location.

Thus, at its motion in space, an element, such as a virus, forms an electromagnetic field that corresponds to its presence zone and Pandan zone of description [5], which can be detected by integrated electromagnetic radiation sensors [6] and considered as a charged particle.

The mass of this particle is mass of the virus, that is, it differs from mass of light particles. Mostly viruses spread through space not one by one, but by flow, that is, the flow propagation process can be described as the action of an electromagnetic field system and charged individual particles, then

$$S_m = - \sum mc \int_a^b dl,$$

c – speed of movement of photic radiation flux, dl - Minkowski's metric arc $\mathbb{R}^{1,3}$.

Integral is determined along Worldline of each virus spreading between the initial moment of separation from the maternal body and until it in a living cell of affected organism is immersed.

Taking into account 4-dimensional Minkowski's space-time continuum [7], we can say that Worldline of a particle motion to represent the sequence of events is used. Thus, in this case the occurrence of a pandemic, Worldline means a sequence of events, which, for example, determines the medical history of an individual group of patients or one patient, beginning from the time and place of the formation of virus by maternal body until it enters the living cell of patient's body. Then, given the three-dimensional rate v of a single virus spread in three-dimensional form over an interval t of time, we are obtained

$$S_m = - \int_{t_1}^{t_2} mc^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} dt.$$

If we consider set of viruses that spread at a sufficiently high rate of incidence, taking into account the interaction between particles and the field, we obtain the following dependence

$$S_B = - \left[\sum \frac{e}{c} \int A_k dx^k + \int_{t_1}^{t_2} mc^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} dt \right],$$

e – charge of virus, $A_i dx^i$ - 1-form equation in Minkowski space $\mathbb{R}^{1,3}$, coefficients which depend on the spatial and time coordinates of virus.

Thus, results of modeling the phantom spread of virus infection we obtaine, prove possibility of determining the space-time coordinates of virus flow.

Keywords: virus infection spreading, phantom, Minkowski space, space-time coordinates.

Literature

- [1] V. I. Skytsiouk, and T. R. Klotchko, “Determination of the coordinates of the pathological zones in the mass of the biological object”, *Microwave & Telecommunication Technology*, (IEEE Xplore), vol. 2, pp. 1083-1084, 2013.

- [2] Brauer, Fred, and Carlos Castillo–Chavez, “Mathematical models in population biology and epidemiology”, vol. 40. New York: Springer, 2012.
- [3] Roberts M, Andreasen V, Lloyd A, Pellis L., ‘Nine challenges for deterministic epidemic models’, *Epidemics*, Mar 1; 10:49–53, 2015.
- [4] В. Н. Леоненко, *Математическая эпидемиология. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ*. СПб, Россия: Университет ИТМО, 2018.
- [5] В. І. Скицюк, і Т. Р. Ключко, “Підгрунття інформаційних властивостей панданних зон абстрактної сутності. Частина 1. Основні типи панданних зон”, *Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування*, Вип. 48(2), с.105-111, 2014.
- [6] Г. С. Тимчик, В. І. Скицюк, М. А. Вайнтрауб, і Т. Р. Ключко. Чутники електромагнітного випромінювання біотехнічних об’єктів: монографія. Київ: *Леся*, 2004. 64 с., іл.
- [7] Catoni, F., et al. *Mathematics of Minkowski Space*. Frontiers in Mathematics. Basel: *Birkhäuser Verlag*, 2008. doi:10.1007/978-3-7643-8614-6. ISBN 978-3-7643-8613-9. ISSN 1660-8046.
- [8] T. R. Klotchko, “Formalized model of the zone presence of structures of the biological objects”, *Microwave & Telecommunication Technology*, (IEEE Xplore), vol. 2, pp. 1036-1037, 2011.

УДК 541.136; 621.355.9

ВДОСКОНАЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОДІВ ЛІТІЙ–ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ

¹⁾Родіонов В. Є., ²⁾Сорока С. О., ³⁾Родіонов Є. В.

¹⁾Державна установа "Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України", Відділ ядерно-фізичних технологій, Київ, Україна

²⁾Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна

³⁾Національний університет харчових технологій, Київ, Україна
E-mail: sso-ua@ukr.net

Неефективне використання енергоресурсів, перетворення хімічної енергії природного палива в інші види енергії, в основі якого лежить процес горіння, фактично поставив людство на грань екологічної катастрофи, тому енергозбереження є однією з найважливіших задач, спрямованих на збереження природних ресурсів і людства в цілому. Реалізація програм в даній області немислима без розвитку екологічно чистої сонячної і вітрової енергетики, а також створення екологічного транспорту на основі гібридних і електричних двигунів. Проблеми, що стримують розвиток найбільш ефективних індивідуальних сонячних і вітрових установок потужністю до 100 кВт і гібридного автотранспорту схожі і вимагають ефективного акумулювання енергії, що виробляється.

Найбільш ефективно, компактно і безпечно дані процеси могли б бути реалізовані за допомогою електрохімічних акумуляторів, однак існуючі промислові зразки на основі традиційних систем мають велику кількість недоліків: низьку питому енергію, токсичність, малий ресурс. При цьому